

УДК 551.763.1:550.384(477.9)

Е.Ю. Барабошкин¹, В.В. Аркадьев², А.Ю. Гужиков³, Е.Е. Барабошкин⁴**ЗОНА TIRNOVELLA OCCITANICA БЕРРИАСА В РАЙОНЕ ФЕОДОСИИ (ВОСТОЧНЫЙ КРЫМ)⁵***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет.**119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1**Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле.**199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9**Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83**Сколковский институт науки и технологий, Комплексный центр исследований в сфере добычи углеводородов.**121205, Москва, Большой бульвар, д. 30, стр. 1**Moscow State University, Faculty of Geology. 119991, Moscow, GSP-1, Leninskiye Gory, 1**St-Petersburg State University, Institute of Earth Sciences. 199034, St-Petersburg, University emb., 7/9**Saratov State University. 410012, Saratov, Astrakhanskaya Street, 83**Skolkovo Institute of Science and Technology, Integrated Center for Hydrocarbon Recovery.**121205, Moscow, Bolshoy Boulevard, 30, bld. 1*

Впервые за последние 100 лет подтверждено присутствие аммонитовой зоны *Tirnovella occitanica* в феодосийском разрезе берриаса. Приведены результаты седиментологического, био- и магнитостратиграфического изучения этого интервала.

Ключевые слова: аммониты, *Tirnovella occitanica*, ихнофоссилии, берриас, биостратиграфия, магнитостратиграфия, петромагнетизм, седиментология, Феодосия, Восточный Крым.

For the first time during the last 100 years, the presence of *Tirnovella occitanica* ammonite Zone in the Berriasian section of Feodosia was confirmed. The results of sedimentological, bio- and magnetostratigraphic study of this interval are discussed in the paper.

Key words: ammonites, *Tirnovella occitanica*, ichnofossils, Berriasian, biostratigraphy, magnetostratigraphy, petromagnetism, sedimentology, Feodosia, Eastern Crimea.

Введение. В 1893 г. О.Ф. Ретовский [Retowski, 1893] описал многочисленные экземпляры аммонитов *Hoplites occitanicus* из окрестностей Феодосии, однако их точное местонахождение, как и стратиграфическая привязка, оставалось неизвестным. Т.Н. Богданова, Е.Д. Калачева и И.И. Сей [1999] описали вид *Tirnovella occitanica* (Pictet) и обосновали присутствие в феодосийском разрезе зоны *Occitanica* берриаса на основе ревизии коллекции О.Ф. Ретовского, но все попытки найти *Tirnovella occitanica* в Восточном Крыму были безуспешными.

Летом 2016 г. Е.Ю. и Е.Е. Барабошкины совместно с Т.А. Кулашовой (МГУ имени М.В. Ломоносова) и А.Ю. Гужиковым изучили разрез султановской свиты в карьере Заводская балка на окраине г. Феодосия (рис. 1, А, В), в результате чего были обнаружены неизвестные ранее уровни

султановской свиты, охарактеризованные аммонитами. Ниже приведено описание разреза, его седиментологическая (Е.Ю. и Е.Е. Барабошкины) и магнитостратиграфическая интерпретация (А.Ю. Гужиков), а также биостратиграфическое обоснование зоны и описание *Tirnovella occitanica* (В.В. Аркадьев).

Строение разреза. Разрез находится на южном борту действующего карьера и поэтому хорошо экспонирован. Породы сильнодислоцированные: азимут падения варьирует от 42 до 172°, угол падения — от 10 до 50°. В разрезе выделено 10 пачек видимой мощностью около 115 м (снизу вверх). Все породы полностью биотурбированы, первичные текстуры почти не наблюдаются.

Пачка 1. Неравномерное чередование полностью биотурбированных светло-серых известковых глин (до 0,2–1,6 м; рис. 2, 3) и мощных (до 0,9 м)

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, профессор, докт. геол.-минер. н.; e-mail: barabosh@geol.msu.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра осадочной геологии, докт. геол.-минер. н.; e-mail: arkadievvv@mail.ru

³ Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, геологический факультет, кафедра общей геологии и полезных ископаемых, профессор, докт. геол.-минер. н.; e-mail: aguzhikov@yandex.ru

⁴ Сколковский институт науки и технологий, Центр добычи углеводородов, аспирант; e-mail: baraboshkin_zhen@mail.ru; evgenii.baraboshkin@skoltech.ru

⁵ Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (проекты № 16-05-00207а, 13-05-00745а).

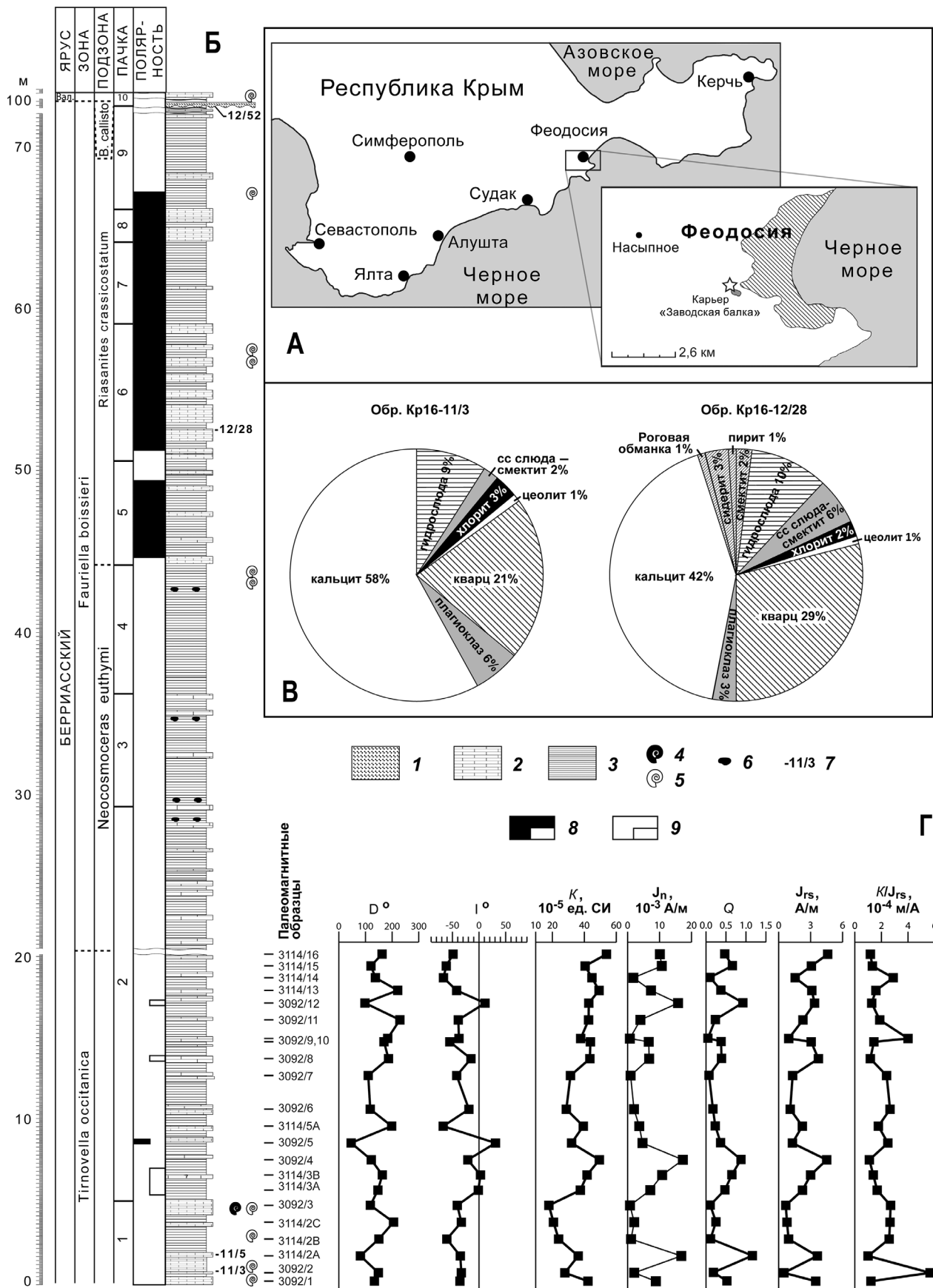


Рис. 1. Разрез берриаса в карьере Заводская балка (Феодосия): А — схема расположения; Б — строение разреза; В — состав глинистой фракции образцов № Кр16-11/3 (зона *Tirnovella occitanica*) и Кр16-11/3 (зона *Fauriella boissieri*); Г — магнитостратиграфический разрез зоны *Tirnovella occitanica*: 1 — грейстоуны, 2 — мадстоуны, 3 — известковые глины, 4 — *Tirnovella occitanica*, 5 — находки других аммонитов, 6 — пиритовые конкреции, 7 — номера образцов РФА, 8–9 — геомагнитная полярность: 8 — нормальная (а — достоверная, б — предполагаемая), 9 — обратная (а — достоверная, б — предполагаемая)

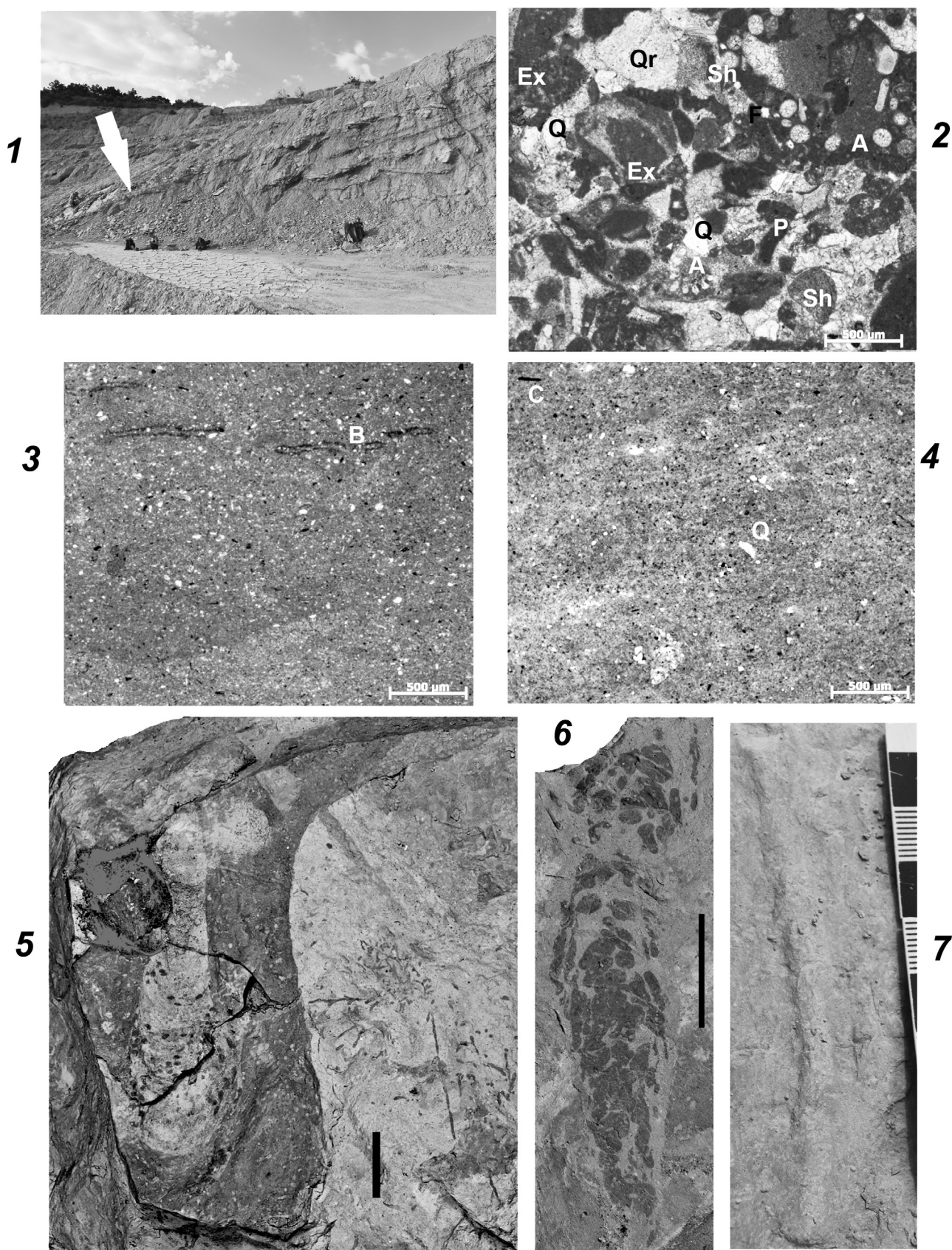


Рис. 2. Вид юго-западной стенки карьера (1 — стрелка — слой с *Tirnovella occitanica*) и шлифы типичных пород: 2 — шлиф Кр16-12, грейн-рудстоун смешанного состава, николи параллельны; 3 — шлиф Кр16-11-3, известковая глина, николи параллельны; 4 — шлиф Кр16-11-5, глинистый мадстоун, николи параллельны; буквами обозначены: А — остатки водорослей, В — биотурбации, С — мелкий фитодетрит, Ex — экстракlastы, P — пелоиды, Q — кварц, Qr — кварцит, Sh — сланец), а также некоторые ихнофоссилии: 5 — *Rhizocorallium commune* Schmid, 1876 и *Chondrites* isp., экз. № 127/11, 6 — *Alcyonidiopsis bavaricus* Uchman, 1999, экз. № 127/7; 7 — *Thalassinoides* isp., экз. № 127/13. Сборы и фото Е.Ю. и Е.Е. Барабошкиных, 2015–2016 гг. Масштабные линейки соответствуют 1 см. Коллекция хранится в Музее Землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, № 127

прослоев мадстоунов с алевроитовой примесью кварца и мельчайшим растительным детритом (рис. 2, 4). Мадстоуны разбиты многочисленными тонкими трещинами, заполненными блоковым кальцитом. В пачке встречены ихнофоссилии *Alcyonidiopsis bavaricus* Uchman (рис. 2, 6), *Chondrites* isp., *Planolites* isp., *Rhizocorallium commune* Schmid (рис. 2, 5); *Thalassinoides suevicus* и частично пиритизированные древесные остатки. В нижней части найдены аммониты *Euphyllloceras* sp., *Ptychophylloceras* sp. и редкие двустворки *Nucula* sp., *?Modiola* sp., а в кровле мощного пласта мадстоунов — *Tirnovella occitanica* (Pictet) (рис. 3, 4–8), *Protetragonites* sp. и *Berriasella privasensis* (Pictet). Видимая мощность 5,2 м.

Пачка 2. Частое чередование светло-серых биотурбированных известковых глин (0,4–1,4 м) и тонких прослоев мадстоунов (0,1–0,3 м), аналогичных вышеописанным. В кровле встречаются мелкие пиритовые конкреции. В пачке распространены ихнофоссилии *Chondrites* isp., *Planolites* isp., *Thalassinoides* isp. В верхней части пачки присутствует пропуск неопределенного масштаба. Предполагаемая мощность 24–25 м.

Пачка 3. Темно-серые биотурбированные известковые глины (2,5–3 м) с мелкими пиритовыми конкрециями в кровле и подошве пачки. Они чередуются с редкими прослоями светло-серых мадстоунов (0,25–0,3 м) и содержат тот же комплекс ихнофоссилий, а также пиритизированную древесину. Мощность 8 м.

Пачка 4. Темно-серые биотурбированные известковые глины с мелкими пиритовыми конкрециями в кровле и подошве пачки. В пачке распространены ихнофоссилии *Chondrites* isp., *Planolites* isp., *Thalassinoides* isp., встречены аммониты *Ptychophylloceras* sp., *Protetragonites* sp. и *Neolissoceras* sp. Отсюда же происходят находки *Neocosmoceras euthymi* (Pictet), *Fauriella* cf. *boissieri* (Pictet), *Malbosiceras malbosi* (Pictet) [Аркадьев и др., 2010, 2015]. Мощность 8 м.

Пачка 5. Пачка, аналогичная пачке 2. Мощность 6,2 м.

Пачка 6. Чередование темно-серых биотурбированных известковых глин (0,2–0,3 м) и мощных (0,4–1 м) мадстоунов. В пачке встречаются ихнофоссилии *Chondrites* isp., *Planolites* isp., *Thalassinoides* isp.; в верхней части найдены аммониты *Neocosmoceras* sp. и «*Berriasella*» sp. ind. Мощность 8,4 м.

Пачка 7. Пачка, аналогичная пачке 3. Мощность 4,8 м.

Пачка 8. Пачка, аналогичная пачке 6. Мощность 2 м.

Пачка 9. Пачка, аналогичная пачке 3. Породы пачки интенсивно биотурбированы *Chondrites*

isp.; из ее основания происходят многочисленные аммониты *Riasanites crassicostatum* (Kvant. et Lys.), *Riasanites* sp. и остатки двустворок [Аркадьев и др., 2010, 2015]. Мощность 40 м.

Пачка 10 аналогична предыдущей пачке, но прослои мадстоунов еще более редкие. Пачка слагает кровлю карьера, интенсивно деформирована, поэтому ее строение не вполне ясно. Весьма примечательна подошва пачки 10. Она проводится по эрозионному основанию единственного в разрезе дебрита мощностью 20 см. Дебрит представлен плохосортированным грейн-рудстоуном смешанного карбонатно-терригенного состава (рис. 2, 2) и состоит из угловатых зерен кварца, кварцитов, кристаллических сланцев и мелководных карбонатных зерен — экстракластов с остатками бентосных фораминифер, иглокожих, известковых водорослей, пелоидов и ооидов. В разрезе дебрита присутствуют интракласты мадстоунов, сконцентрированные в основании и кровле. В пачке найдена *Berriasella callisto* (d'Orb.). Эта находка впервые позволила выделить подзону B. *callisto* в самой верхней части берриаса [Arkadiev et al., 2017]. Видимая мощность более 9 м.

Условия осадконакопления. Характер изученного разреза, интенсивность биотурбаций и комплекс ихнофоссилий очень близки к таковым в верхней части нижеберриасских «феодосийских мергелей», обнажающихся на мысах Св. Ильи и Феодосийском [Гужиков и др., 2012; Барабошкин и др., 2016]. Тонкозернистый состав отложений, отсутствие первичных текстур и их полная биотурбация позволяют говорить о умеренной скорости седиментации в пелагических условиях. Удаленность от берега подтверждается и комплексами диноцист [Аркадьев и др., 2015]. Наряду с этим снизу вверх по разрезу увеличивается количество глинистой составляющей, на фоне чего происходит циклическое изменение содержания карбонатов. Ихнокомплекс, встреченный в разрезе, указывает на принадлежность к ихнофафии *Cruziana* открытого шельфа [Барабошкин и др., 2016] и на доминирование среди макро- и мейобентоса ракообразных и различных «червей» (сипункулид, полихет и др.). В значительном количестве встречаются тонкодисперсный фитодетрит и крупные растительные фрагменты. Снизу вверх по разрезу увеличивается роль *Chondrites*, что, вероятно, указывает на повышение дизоксии в осадке. Это прямо подтверждается появлением пиритовых конкреций и снижением количества остракод [Аркадьев и др., 2015], а косвенно — изменением цвета глин на темно-серый.

Состав тонкой фракции пород был изучен с помощью рентгенофазового анализа в двух образцах из нижней и средней частей разреза

⁶ Е.Ю. Барабошкин относит вид *euthymi* к роду *Euthymiceras*.

(№ Кр16-11/3 и Кр16-12/28, зоны Occitanica и Boissieri соответственно), установлена их близость (рис. 1, В). Породы карбонатные (42–58%), сложены в основном гидрослюдами (9–10%), смешанослойными минералами с пакетами слюды и смектита (2–6%), хлоритом (2–3%). Присутствует существенная доля кварцевой примеси (21–29%), видимой под микроскопом (рис. 2, 3, 4). В обоих образцах отмечены плагиоклаз, цеолиты, а в обр. № Кр16-12/28 — роговая обманка (1%). Совместное нахождение хлорита, роговой обманки и цеолитов может быть связано с их вулканогенным происхождением за счет выпадения пеплов. Наличие вулканогенного материала подтверждается и присутствием суперпарамагнитного магнетита [Аркадьев и др., 2010; Guzhikov et al., 2014], характерного для пеплов. Вулканическая деятельность этого времени происходила в Закавказье, откуда, видимо, и переносился пепел.

Особого внимания заслуживает появление дебритов в верхней части разреза. Состав обломков (в том числе наличие зеленых водорослей и ооидов) свидетельствует о размыве мелководных карбонатов и пород фундамента или переотложении продуктов его размыва. Это, в частности, могли быть конгломераты, присутствующие в разрезах г. Агармыш в районе Старого Крыма. Возраст этой части разреза предполагался валанжинским [Аркадьев и др., 2010, 2015], однако находка *Berriasella callisto* несколько выше дебритов свидетельствует, скорее, о их позднеберриасском возрасте [Arkadiev et al., 2017]. Это событие отвечает фазе деформаций в центральной и юго-западной частях Крыма (в том числе в районе Агармыша), приходящейся примерно на границу берриаса и валанжина [Барабошкин, 2016], поэтому оно достаточно закономерно.

Таким образом, отложения зоны *Tirnovella occitanica* и более молодых интервалов разреза в карьере Заводская балка формировались в условиях глубокого шельфа, на удалении от краевых частей бассейна при усиливающейся дизоксии осадка и на фоне привноса пеплового материала. Такой ход осадконакопления был нарушен схождением обломочного потока в связи с деформациями на рубеже берриаса и валанжина.

Биостратиграфия. До настоящего времени наиболее детально была изучена верхняя (верхнеберриасско-валанжинская) часть султановской свиты разреза Заводская балка, для которой удалось получить подробную био- и магнитостратиграфическую характеристику [Аркадьев и др., 2010, 2015; Arkadiev et al., 2017; Guzhikov et al., 2014]. Сведения о нижней части разреза оставались отрывочными и неполными. Из основания разреза известны аммониты *Dalmasiceras* sp. из сборов В.В. Друщица, характеризующие средние уровни

берриаса (зону Occitanica) [Аркадьев и др., 2012]. В нижней части разреза Т.Н. Богданова обнаружила *Retowskiceras retowskyi* Kvant. [Богданова и др., 1984], что позволило выделить в Восточном Крыму в составе берриасского яруса (снизу вверх) слои с *Tirnovella occitanica* и *Retowskiceras retowskyi* и подзону *Dalmasiceras tauricum* [Аркадьев и др., 2012].

Новые находки, описанные ниже, подтверждают выводы предшественников. Среди встреченных аммонитов (рис. 3, 4, 7) присутствуют крупные формы (диаметр 70–80 мм), соответствующие виду *Tirnovella occitanica* (Pictet). Характер сохранности аммонитов и их размеры позволяют утверждать, что образцы *Hoplites occitanicus*, собранные О.Ф. Ретовским в окрестностях Феодосии, также происходят из района современного карьера Заводская балка. Вместе с *Tirnovella occitanica* найдены *Berriasella privasensis* (Pictet) (рис. 3, 1–3). Этот комплекс аммонитов характеризует зону Occitanica. Необходимо отметить, что все границы аммонитовых зон и подзон в рассматриваемом разрезе проведены условно, поскольку распространение зональных форм пока не прослежено по всему разрезу.

Кроме того, для вновь обнаруженных уровней разреза получены микрофаунистическая и палинологическая характеристики, о чем мы планируем сообщить в следующей публикации.

Магнитостратиграфия верхнеберриасской (зона Boissieri) и пограничной берриас-валанжинской частей разреза карьера Заводская балка опубликованы ранее в работах [Аркадьев и др., 2010; 2015; Arkadiev et al., 2017; Guzhikov et al., 2014]. В 2016–2017 гг. впервые получены результаты палеомагнитного изучения среднеберриасской части разреза (зона Occitanica), представленные ниже.

Методика магнитостратиграфических исследований. Из нижней части разреза (пачки 1–2, рис. 1) были взяты ориентированные штUFFы с 21-го уровня, приблизительно через 1 м. Каждый штUFF впоследствии распиливали на 2–3 образца кубической формы с ребрами по 2 см.

Для выделения компонент намагниченности образцы с каждого уровня подвергали магнитным чисткам переменным полем на установке LDA-3 AF (в диапазоне от 5 до 50–80 мТл) и температурой в печи конструкции Апарина (от 100 до 500–550 °С) с последующими замерами естественной остаточной намагниченности (J_n). Лабораторные петромагнитные и магнитно-минералогические исследования включали изучение магнитной восприимчивости (K) и ее анизотропии (АМВ), опыты магнитного насыщения с последующими определениями остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}) и остаточной коэрцитивной силы (H_{cr}), а также дифференциальный термоманитный анализ (ДТМА). Рассчитывали параметр

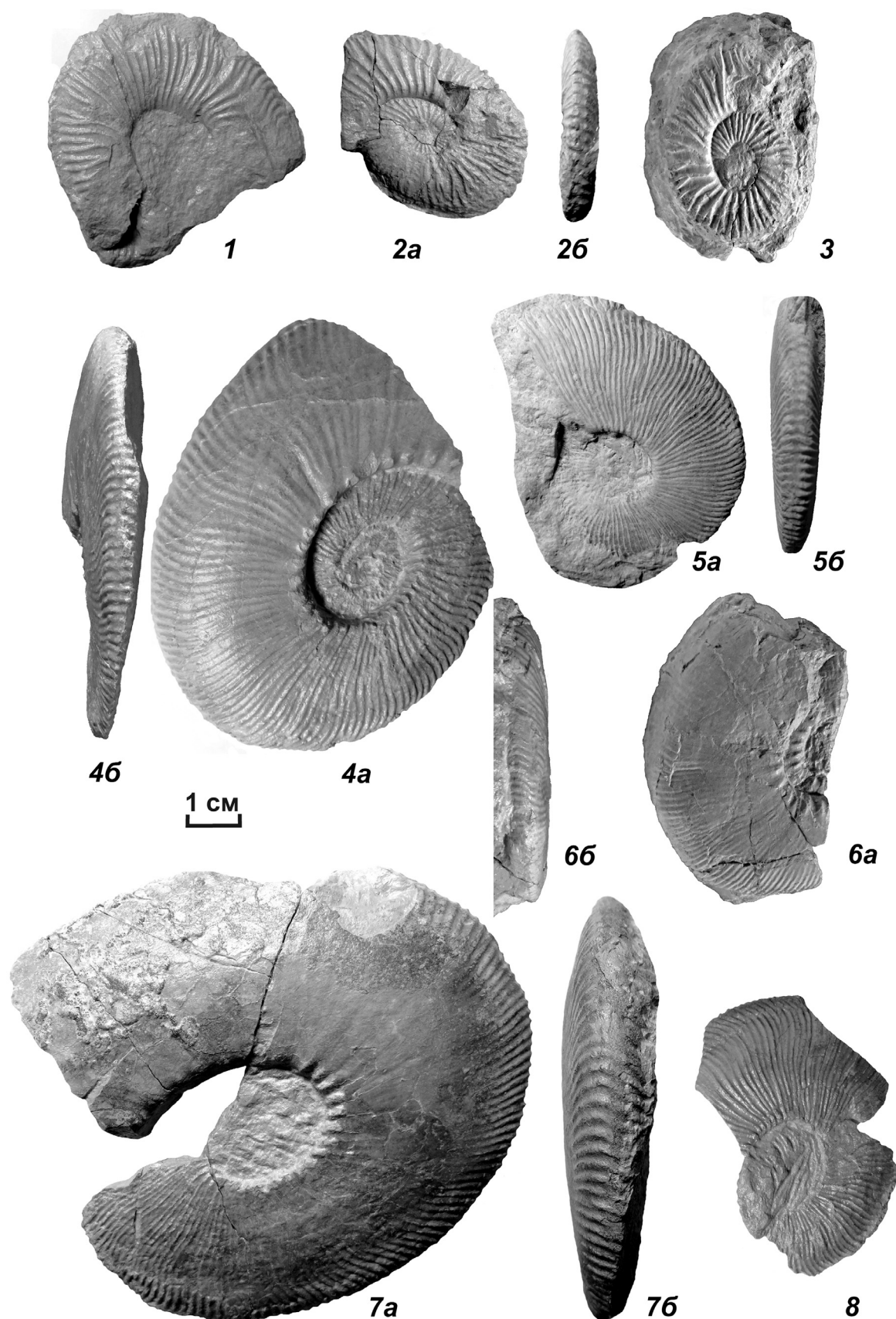


Рис. 3. *Berriasella privasensis* (Pictet): 1 — экз. № 6/130, сбоку; 2 — экз. № 7/130: 2a — сбоку, 2б — с вентральной стороны; 3 — экз. № 8/130: 3a — сбоку, 3б — с вентральной стороны; *Tirmovella occitanica* (Pictet): 4 — экз. № 2/130: 4a — сбоку, 4б — с вентральной стороны; 5 — экз. № 3/130: 5a — сбоку, 5б — с вентральной стороны; 6 — экз. № 5/130: 6a — сбоку, 6б — с вентральной стороны; 7 — экз. № 1/130: 7a — сбоку, 7б — с вентральной стороны; 8 — экз. № 4/130, сбоку. Все экземпляры — Восточный Крым, Феодосия, карьер Заводская балка, берриас, зона occitanica. Увеличение x 1

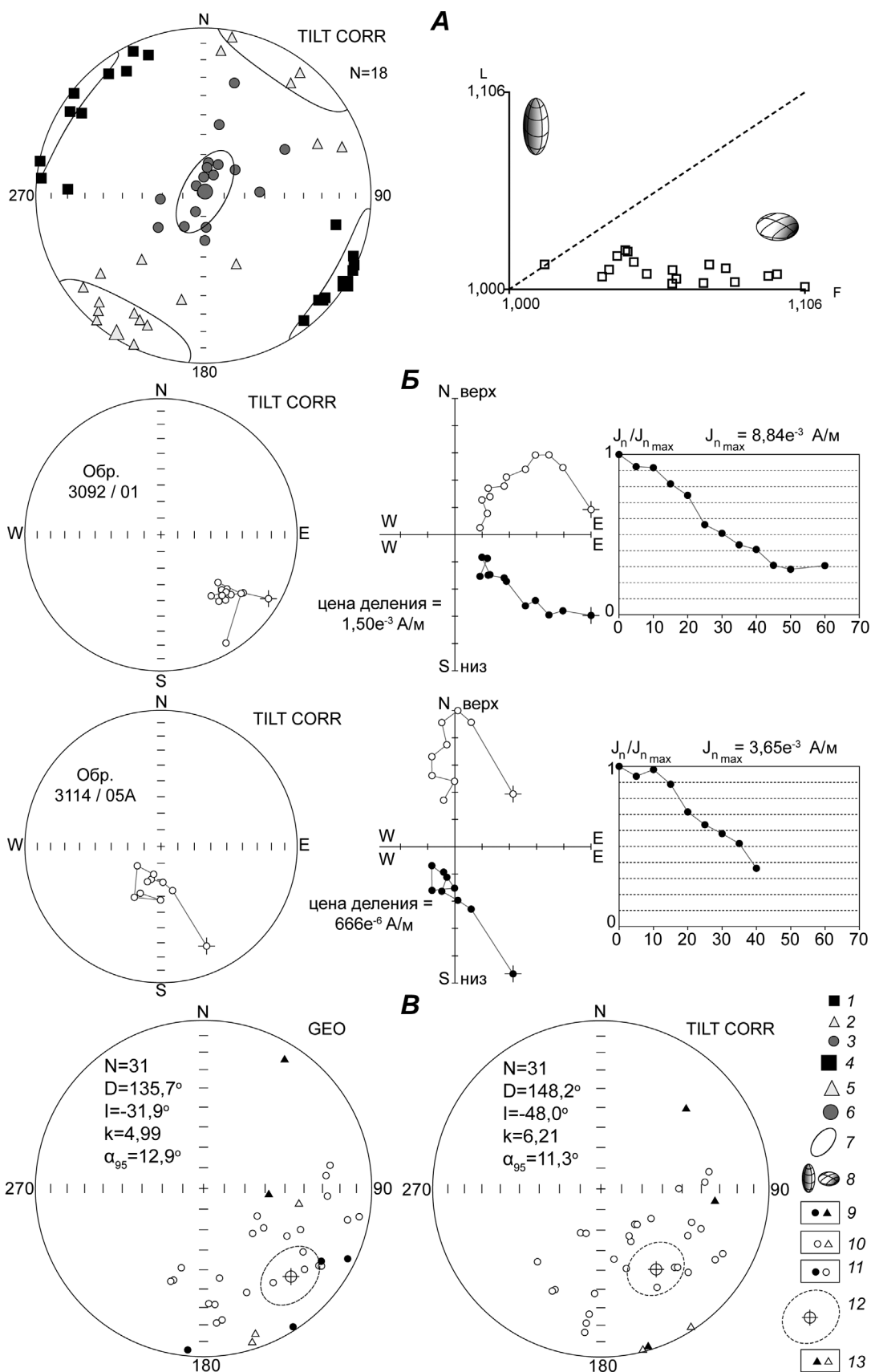


Рис. 4. Результаты петромагнитного и палеомагнитного анализа: *А* — данные анизотропии магнитной восприимчивости в стратиграфической (TILT CORR) системе координат, *Б* — типичные материалы компонентного анализа (слева направо): стереопроекции изменения направлений J_n в процессе чисток переменным полем, диаграммы Зийдervельда (в стратиграфической системе координат), графики размагничивания образцов; *В* — стереопроекции ChRM в географической (GEO), стратиграфической системах координат и статистические параметры распределения ChRM: N — число образцов в выборке; D_{cp} , I_{cp} — среднее палеомагнитное склонение и наклонение

соответственно; k — кучность; α_{95} — радиус круга доверия среднего палеомагнитного вектора

1–3 — проекции длинных (K1), средних (K2) и коротких (K3) осей магнитных эллипсоидов соответственно; 4–6 — проекции средних направлений K1, K2 и K3 соответственно; 7 — овалы доверия; 8 — схематические формы магнитных частиц (расположение точек в верхней части диаграммы L–F указывает на удлинённую, а в нижней — на уплощённую форму); 9, 10 — проекции ChRM на нижнюю и верхнюю полусферу соответственно; 11 — проекции ChRM, по которым рассчитывалась палеомагнитная статистика; 12 — проекция среднего направления ChRM и овал доверия; 13 — проекции ChRM, исключённые из палеомагнитного анализа

Кенигсбергера (фактор Q) и отношение K/J_{rs} . Измерения J_n проводили на спин-магнитометре JR-6, K — на мультчастотном каппабридже MFK-1FB. Для ДТМА использовали термоанализатор фракций ТАФ-2. Компонентный анализ проводили с помощью программы Remasoft 3.0, анализ АМВ — с помощью программы Anisoft 4.2.

Результаты магнитно-стратиграфических работ.

В петромагнитном и магнитно-минералогическом отношении породы практически идентичны изученным ранее верхнеберриасским глинам из этого же карьера [Аркадьев и др., 2010; 2015; Guzhikov et al., 2014]: средние значения K составляют $38 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, $J_n = 6,5 \cdot 10^{-3}$ А/м, $J_{rs} = 2,3$ А/м. Несмотря на значительные вариации петромагнитных параметров, как и для изученных ранее вышележащих отложений, не обнаружены явно выраженные закономерности их распределения по разрезу (рис. 1). Основной носитель намагниченности — магнетит, диагностируемый по снижению намагниченности около температуры Кюри магнетита (578°C) и магнитомягкой фазе ($H_{cr} = 38 \div 44$ мТл), типичными для тонкодисперсного магнетита. Характер АМВ тяготеет к классической осадочной магнитной текстуре, при которой короткие оси магнитных эллипсоидов ($K3$) занимают вертикальное положение, а проекции длинных и средних осей ($K1$ и $K2$ соответственно) находятся по краю стереограммы, но при этом наблюдается отчетливая упорядоченность $K1$ по направлению северо-запад—юго-восток (рис. 4, А). Подобные магнитные текстуры глин, обусловленные коллизийным сжатием, установлены не только в разрезе карьера Заводская балка, но и в других районах Горного Крыма [Багаева, Гужилов, 2014]. Диаграммы параметров $L = K1/K2$ и $F = K2/K3$ ($K2$ — средние оси магнитных эллипсоидов) служат показателями плоской формы магнитных частиц (рис. 4, А), что, вероятно, связано с агрегированием магнетитовых зерен субмикронной размерности на чешуйках глинистых минералов.

Методики палеомагнитных измерений, компонентного анализа и магнитополярной интерпретации его результатов, включая обоснование древней природы J_n , не отличались от тех, которые использовались ранее для обработки верхнеберриасских коллекций образцов из этого разреза [Аркадьев и др., 2010; 2015; Guzhikov et al., 2014]. Предпочтение при лабораторных исследованиях, по аналогии с предыдущими исследованиями, было отдано магнитным чисткам переменным полем. Типичные результаты компонентного анализа представлены на рис. 4, Б. Компоненты намагниченности в основном хорошего качества: максимальный угол отклонения меньше 10° . Большинство образцов имеет двухкомпонентный состав. Высококоэрцитивные характеристические компоненты

намагниченности (ChRM) соответствуют, в основном направлению обратной (R) полярности геомагнитного поля (рис. 1; 4, Б, В). Исключения представляют образец с одного уровня (обр. 3092-5), на котором зафиксировано направление ChRM со склонением (D) и наклонением (I), характерными для нормального знака полярности (N) (рис. 1; 4, Б, В). При статистическом анализе R-компонент из рассмотрения были исключены векторы с положительными и пологими (около 0°) наклонениями, но и без них распределение ChRM характеризуется значительным разбросом (рис. 4, В). Невысокие палеомагнитные кучности наряду с величинами $Q < 1$ можно расценивать как косвенные свидетельства в пользу ориентационной природы намагниченности. Вероятно, малое значение кучности (6,2) связано и с другими факторами, такими, как неконтролируемые смещения пород по плоскостям, фиксируемым зеркалами скольжения, которыми изобилует разрез, или внутрипластовые вязкопластичные деформации глин.

Тем не менее тест инверсий положителен на уровне «С» по классификации [McFadden, McElhinny, 1990]: угол между векторами составляет $9,5^\circ$, а критический угол равен $13,8^\circ$. Сравнение проводилось с полученными ранее ChRM, соответствующими нормальной полярности в образцах с минимальными средними размерами ферромагнитных зерен из вышележащей части разреза [Guzhikov et al., 2014].

Тест складки проводился в двух вариантах [McFadden, 1990]. Тестирование по варианту (Fold1) не дало корректных результатов, но при использовании второго (Fold2) была обнаружена доскладчатая компонента на уровне значимости $p=0,05$. Это отличается от полученных ранее результатов тестирования палеомагнитных данных для верхнеберриасской части разреза, которые были либо некорректны, либо, в случае выборки образцов с минимальными средними размерами ферромагнитных зерен, указывали на послескладчатый возраст намагниченности [Guzhikov et al., 2014].

Положительные результаты тестов инверсий и складки — важные доводы в пользу первичности намагниченности.

В палеомагнитной колонке сводного разреза карьера Заводская балка его изученной части соответствует одна магнитозона обратного знака с видимой мощностью ~ 21 м (рис. 5). Информация о единичном образце нормальной полярности не учтена, потому что для выделения магнитозоны необходимо ее обоснование образцами не менее чем с трех уровней [Храмов, Шолпо, 1997].

Магнитно-стратиграфическая корреляция. В Международной шкале геомагнитной полярности (GPTS) [Ogg et al., 2016] зона Occitanica

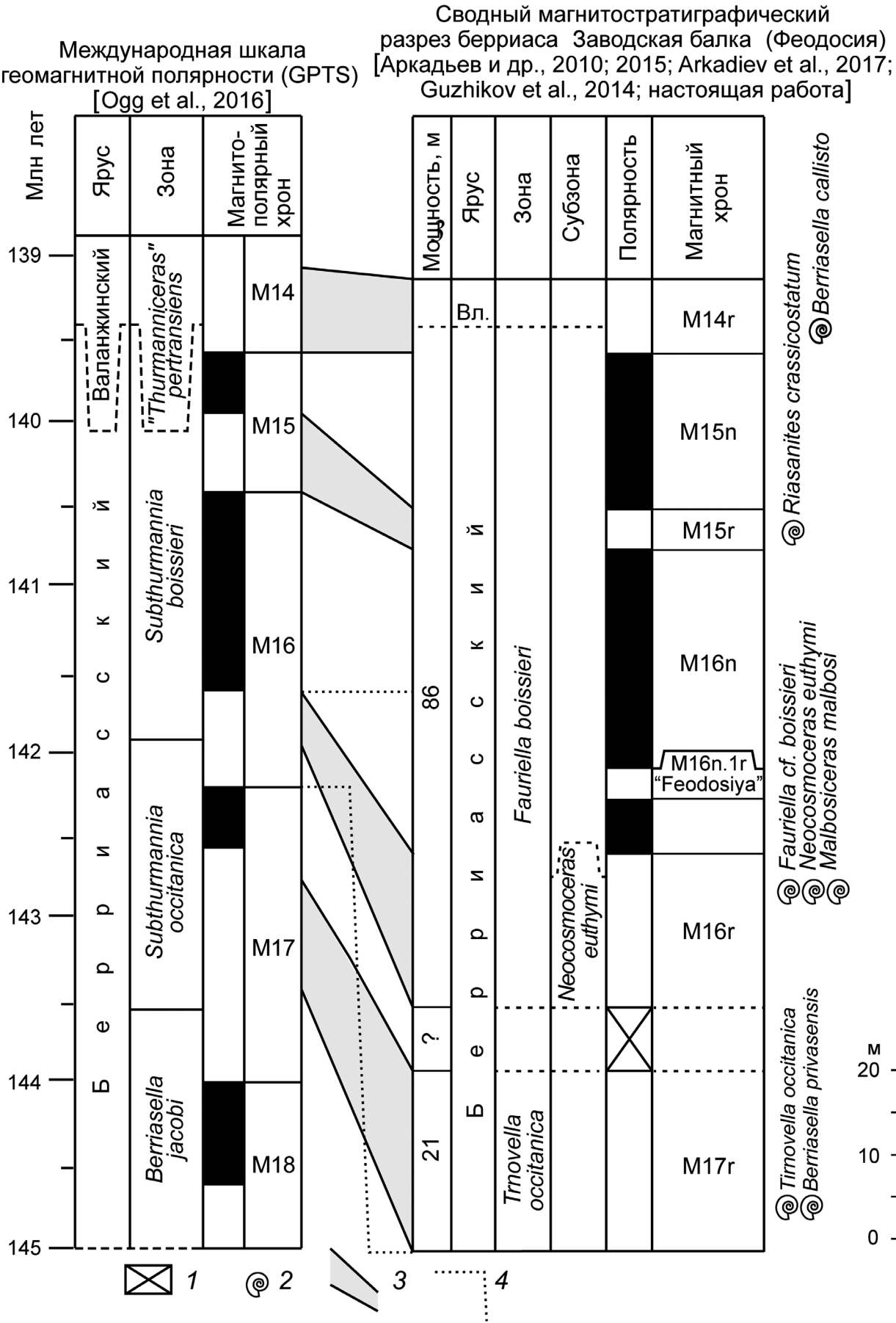


Рис. 5. Магнитостратиграфическое сопоставление сводного разреза берриаса Заводская балка с Шкалой геомагнитной полярности [Ogg et al., 2016]: 1 — отсутствие данных, 2 — находки аммонитов; 3–4 — линии магнитостратиграфических корреляций: 3 — наиболее вероятные, 4 — теоретически возможные

характеризуется доминирующей обратной полярностью, осложненной в верхней половине зоны хроном нормальной полярности M17n (рис. 5). Поэтому при сопоставлении полученных данных с GPTS магнитозону обратного знака теоретически можно идентифицировать либо как фрагмент хрона M17г, либо как фрагмент хрона M16г, нижняя половина которого характеризует верхи зоны Occitanica. В последнем случае мощность аналога хрона M16г получается аномально большой (как минимум 40 м) по сравнению с аналогами других хронов, установленных ранее в разрезе карьера Заводская балка [Аркадьев и др., 2010, 2015; Guzhikov et al., 2014; Arkadiev et al., 2017] (рис. 5). С учетом того, что нижняя граница R-зоны не установлена, а внутри нее присутствует разрывное нарушение, мощность предполагаемого аналога M16г должна быть еще больше. Даже исходя из минимальной оценки (40 м) скорость формирования глин, определенная как отношение мощности R-зоны к длительности хрона M16г (0,58 млн лет) [Ogg et al., 2016], составляет 69 м/млн лет. Рассчитанные ранее значения скорости осадконакопления для аналогов хронов M16n и M15г (границы которых установлены в разрезе) составляют 26,6–29,5 м/млн лет [Guzhikov et al., 2014]. Учитывая достаточно однородное строение разреза берриаса, увеличение в несколько раз темпа седиментации во время хрона M16г выглядит неправдоподобно.

Если предположить, что скорость осадконакопления в среднем и позднем берриасе была сопоставимой, то деление мощности R-зоны (21 м) на скорость (26,6–29,5 м/млн лет) дает продолжительность ее формирования 0,71–0,79 млн лет, т.е. приблизительно половину длительности хрона M17г (1,44 млн лет). Учитывая, что в исследованном разрезе изучен не полный объем среднего берриаса, эта оценка хорошо согласуется с данными GPTS, в которой зона Occitanica соответствует ~70% временного объема M17г (рис. 5).

Из сопоставления полученных данных с GPTS можно сделать выводы:

- изученные отложения, отмеченные обратной полярностью, соответствуют нижней и средней частям зоны Occitanica, охваченной хроном M17г;
- возрастные аналоги верхней части зоны Occitanica, характеризующиеся M17n, в разрезе Заводская балка не выявлены (возможно, этот фрагмент разреза пропущен из-за разрывного нарушения).

Палеонтологическое описание. При описании использованы стандартные терминология и замеры раковин, приведенные в [Аркадьев и др., 2012]. Коллекция хранится в Музее Землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, № 130.

Надсемейство Olcostephanaceae Pavlov, 1892

Семейство Neocomitidae Salfeld, 1921

Подсемейство Berriasellinae Spath, 1922

Род *Tirnovella* Nikolov, 1966

Tirnovella occitanica (Pictet, 1867)

Рис. 2. фиг. 4–8.

1867. *Ammonites occitanicus*: Pictet, с. 81, табл. 16, фиг. 1.

2004. *Tirnovella occitanica*: Ettachfini, с. 105, табл. 2, фиг. 3.

2012. *Tirnovella occitanica* (с синонимикой): Аркадьев и др., с. 157, табл. 9, фиг. 1, 2.

2016. *Subthurmannia occitanica*: Maalaoui, Zargouni, с. 53, текст-фиг. 6, фиг. 5, 6.

Голотип. Экземпляр, изображенный в работе Ж. Пикте (Pictet, 1867, табл. 16, фиг. 1); Юго-Восточная Франция, берриас, указан Ле Эгара [Le Négarat, 1973, с. 186].

Форма. Раковины дисковидные, инволютные, с быстро возрастающими высокими оборотами. Латеральные стороны очень слабо выпуклые. Вентральная сторона узкая, округлая, со сглаженной срединной полосой. Умбиликус узкий, мелкий, с низкими стенками. Умбиликальный перегиб резкий, ступенчатый, умбиликальная стенка крутая. У взрослых экземпляров при диаметре (Д) 80 мм происходит некоторое разворачивание спирали и увеличение диаметра умбиликуса и высоты умбиликальной стенки.

Скульптура. Боковые стороны внутренних оборотов покрыты очень тонкой и густой ребристостью. Ребра начинаются на умбиликальном перегибе, где они образуют пучки из двух или трех ветвей. Часть ребер повторно ветвится на середине или несколько выше середины латеральных сторон. Ребра от умбиликального края идут с очень слабым наклоном вперед. В верхней трети латеральных сторон ребра делают S-образный изгиб вперед. Такая ребристость сохраняется примерно до Д=50 мм. При большем диаметре ребристость в средней части латеральных сторон начинает сглаживаться. Основания ребер у умбиликального перегиба приобретают вид мелких бугорков. В нижней трети латеральной стороны у экз. № 1/130 от бугорков отходят слабо различимые укрупненные ребра-складки, исчезающие на середине оборота. Ребристость сохраняется в верхней трети латеральных сторон, где присутствуют многочисленные короткие изогнутые вперед ребрышки, переходящие на вентральную сторону, где они прерываются неясно выраженной гладкой срединной полосой. При одинаковом диаметре около 70 мм у экз. № 1/130 ослабление ребристости на латеральных сторонах выражено сильнее, чем у экз. № 2/130 (таблица).

Размеры (мм) и отношения (%)

Номер экземпляра	Д	В	Ш	Д _y	В/Д	Ш/Д	Д _y /Д
4/130	53	25	?	14	47	?	26
3/130	54	27	9	13,5	50	17	25
2/130	81?	35	15	26?	42?	19?	32?
1/130	94?	42?	17?	25?	45?	18?	27?

Примечания. Д — максимальный диаметр раковины, В — высота оборота, Ш — ширина оборота, Д_y — диаметр умбиликуса.

Сравнение. Наибольшее сходство описываемые экземпляры из разреза карьера Заводская балка имеют с экземплярами, описанными О. Ретовским № 41/10916 [Retowski, 1893, табл. 3, фиг. 9] и № 39/10916 [Retowski, 1893, табл. 3, фиг. 8]. Экземпляры *Tirnovella occitanica*, изображенные Т. Николовым [Nikolov, 1982, табл. 83, фиг. 1, 2; табл. 85, фиг. 4] характеризуются, по нашему мнению, несколько более грубой ребристостью, поэтому они не включены в синонимику. Большое сходство экземпляры из разреза карьера Заводская балка обнаруживают с формами из Туниса [Maalaoui, Zargouni, 2016, с. 53, текст-фиг. 6, фиг. 5, 6]. От близкого вида *Tirnovella subalpina* [Mazenot, 1939, с. 216, табл. 34, фиг. 1 a, b, c; табл. 35, фиг. 2 a, b, c] описываемый вид отличается менее эволютивной раковиной с более высокими оборотами, менее грубой ребристостью и слабее выраженными приумбиликальными бугорками.

Все крымские образцы *Tirnovella occitanica* отнесены западноевропейскими исследователями к

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аркадьев В.В., Багаева М.И., Гужиков А.Ю. и др. Био- и магнитостратиграфическая характеристика разреза верхнего берриаса «Заводская балка» (Восточный Крым, Феодосия) // Вестн. СПбГУ. 2010. Сер. 7. Геология, география. Вып. 2. С. 3–16.
- Аркадьев В.В., Богданова Т.Н., Гужиков А.Ю. и др. Берриас Горного Крыма. СПб.: ЛЕМА, 2012. 472 с.
- Аркадьев В.В., Гужиков А.Ю., Савельева Ю.Н. и др. Новые данные по био- и магнитостратиграфии разреза верхнего берриаса Заводская балка (Восточный Крым, Феодосия) // Вестн. СПбГУ. 2015. Сер. 7. Геология, география. Вып. 4. С. 4–36.
- Багаева М.И., Гужиков А.Ю. Магнитные текстуры как индикаторы условий формирования титонских — берриасских пород Горного Крыма // Изв. СГУ. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 41–47.
- Барбошкин Е.Ю. История геологического развития Крыма. Докембрий — ранний мел // Эколого-ресурсный потенциал Крыма. История формирования и перспективы развития. Т. 1. СПб.: Изд-во ВВМ, 2016. С. 38–84.
- Барбошкин Е.Ю., Барбошкин Е.Е., Янин Б.Т. и др. Глубоководные ихнокомплексы титона—берриаса Феодосии (Республика Крым) // Меловая система

виду *Pseudoneocomites retowskyi* (Sarasin and Schön-delmayer) [Frau et al., 2016]. Основным отличием *P. retowskyi* от *T. occitanica* считается отсутствие умбиликальных бугорков на всех стадиях онтогенеза. Однако наличие бугорков у крымских образцов из коллекции О.Ф. Ретовского, хранящейся в ЦНИГ-РМузее, отмечено Т.Н. Богдановой [Богданова и др., 1999]. В работе [Frau et al., 2016] изображены два неполных образца без бугорков, поэтому трудно судить о принадлежности экземпляров к определенному виду.

Распространение. Берриас, зона Occitanica Горного Крыма, Юго-Восточной Франции, Болгарии, Северного Кавказа (?), Йемен, Марокко, Тунис.

Материал. 5 экземпляров (№ 1-5/130) из карьера Заводская балка в окрестностях г. Феодосия.

Заключение. Изучены ранее неизвестные части берриасского разреза в районе г. Феодосия. Обоснована аммонитовая зона Occitanica. Выявлено, что этой зоне в разрезе Заводская балка соответствует интервал обратной полярности хрона M17 (M17r); аналоги верхней зоны (M17n), отвечающие прямой полярности, не выявлены, что, возможно, связано с пропуском в разрезе. Установлены условия осадконакопления в среднем—позднем берриасе, отвечающие обстановкам глубокого шельфа и ихнофаии Cruziana. Выявлено наличие пеплового материала в берриасских отложениях.

Благодарности. Авторы благодарны Т.А. Кулашовой (МГУ имени М.В. Ломоносова) за помощь в сборах фауны, В.Л. Косорукову (МГУ имени М.В. Ломоносова) за проведение рентгенофазового анализа.

России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Мат-лы Восьмого Всеросс. совещ. 26 сентября—3 октября 2016 г., Республика Крым. Симферополь: Черноморпресс, 2016. С. 45–48.

Богданова Т.Н., Калачева Е.Д., Сей И.И. О присутствии зоны Tirnovella occitanica (нижний мел, берриас) в феодосийском разрезе Восточного Крыма // Регион. геол. и металлогения. 1999. № 9. С. 27–32.

Богданова Т.Н., Лобачева С.В., Прозоровский В.А. и др. Берриас Восточного Крыма и граница юры и мела // Пограничные ярусы юрской и меловой систем. М.: Наука, 1984. С. 28–35.

Храмов А.Н., Шолло Л.Е. Палеомагнетизм. Л.: Недра, 1967. 224 с.

Arkadiev V.V., Grishchenko V.A., Guzhikov A.Yu. et al. Ammonites and magnetostratigraphy of the Berriasian—Valanginian boundary deposits from eastern Crimea // Geol. Carpathica. 2017. Vol. 68 (6). P. 505–516.

Ettafchini M. Les ammonites neocomiennes dans l'Atlas Atlantique (Maroc). Biostratigraphie, paleontologie, paleobiogeographie et paleoecologie. Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sci. Semlalia, Marrakech, 2004. 224 p.

Frau C., Bulot L.G., Wimbledon W.A.P. et al. Systematic palaeontology of the Perisphinctoidea in the Jurassic/Creta-

ceous boundary interval at Le Chouet (Drôme, France), and its implications for biostratigraphy // *Acta Geol. Polonica*. 2016. Vol. 66, N 2. P. 175–204.

Guzhikov A., Bagayeva M., Arkadiev V. Magnetostratigraphy of the Upper Berriasian “Zavodskaya Balka” section (East Crimea, Feodosiya) // *Jurassica*. 2014. Vol. 12 (1). P. 175–184.

Le Hégarat G. Le Berriasien du Sud-East de la France // *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. V. 43/1*. Lyon, 1973. 309 p.

Maalaoui K., Zargouni F. The Lower and Middle Berriasian in Central Tunisia: integrated ammonite and calpionellid biostratigraphy of the Sidi Kralif Formation // *Acta Geol. Polonica*. 2016. Vol. 66, N 1. P. 43–58.

Mazenot G. Les Palaeohoplitidae Tithoniques et Berriasiens du Sud-Est de la France. *Mém. Soc. Géol. France. Nouv. sér.* T. 18. Fasc. 1–4. Paris, 1939. 303 p.

McFadden P.L. A new fold test for palaeomagnetic studies // *J. Geophys. Intern.* 1990. Vol. 103. P. 163–169.

McFadden P.L., McElhinny M.W. Classification of the reversal test in palaeomagnetism // *J. Geophys. Intern.* 1990. Vol. 103. P. 725–729.

Nikolov T.G. Les ammonites de la famille Berriasellidae Spath, 1922. Tithonique supérieur–Berriasien. Sofia, 1982. 251 p.

Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. A concise geologic time scale. Amsterdam: Elsevier, 2016. 230 p.

Pictet F.J. Etudes paléontologiques sur la Faune à *Terebratula diphyoides* de Berrias (Ardèche) // *Mélanges Paléontol.* T. 1. Liv. 2. Bale-Genève, 1867. P. 44–130.

Retowski O. Die tithonischen Ablagerungen von Theodosia // *Bull. Soc. Natur. Mosc. Nouv. sér.* 1893. Vol. 7, N 2–3. P. 206–301.

Поступила в редакцию 21.05.2018

Поступила с доработки 22.05.2018

Принята к публикации 21.05.2018